DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA FOLHA CONTENDAS DO SINCORÁ-BA COM O USO DAS GEOTECNOLOGIAS

Ana Isabel Leite OLIVEIRA[1]
Washington de Jesus Sant'anna da Franca ROCHA[2]
Raquel Matos Cardoso do VALE[3]

RESUMO

A compreensão das estruturas espaciais, bem como dos fenômenos naturais e sociais a elas associadas pode ser mediada pelo estudo geomorfológico, o qual, atualmente, vem adquirindo grande importância quanto a sua aplicabilidade a projetos de gerenciamento ambiental e gestão territorial. Esse estudo tem por objetivo principal o mapeamento geomorfológico, compreendendo as inter-relações estabelecidas entre os diferentes elementos da paisagem com a aplicação das Geotecnologias (Sensoriamento Remoto, Processamento Digital de Imagens e Sistema de Informações Geográficas). Estas técnicas mostraram-se relevantes por permitirem a captura, manipulação, integração e armazenamento dos dados espaciais, possibilitando a análise integrada de diferentes aspectos do ambiente e uma melhor compreensão dos fenômenos encontrados. As atividades desenvolvidas fazem parte de trabalho de iniciação científica vinculado ao projeto "Levantamento da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo do Bioma Caatinga". A área em estudo corresponde à folha SD.24.V-C-V, situada na região da Chapada Diamantina, entre as coordenadas 41º30' - 42º00' W e 13º30' - 14º00' S. A metodologia desenvolvida partiu da concepção de paisagem integrada, com observações em escala global da área, seguindo para as feições em escala local-pontual. Para tanto, realizou-se revisão bibliográfica e levantamento cartográfico, seguido do processamento digital da imagem do satélite LANDSAT 7 ETM+, cenas 217-69 e 217-70, com o qual se obteve o mapa de densidade da cobertura vegetal, e do processamento digital do Modelo de Elevação do Terreno da NASA (SRTM), sendo gerados mapas de declividade e altimetria. Os resultados do processamento indicam que a região localiza-se em uma área de transição entre dois grandes compartimentos geomorfológicos. Em termos gerais, nas menores altitudes, com suave plano de inclinação, identifica-se extensa área aplainada correspondendo às depressões, enquanto que nas altas altitudes, encontram-se os relevos residuais remanescentes de estruturas dobradas, apresentando certas vezes alta declividade. Para distinção dos modelados aplicou-se o classificador Árvore de Decisão, tendo como critérios a declividade e altimetria. Em fase de pós-processamento realizou-se edição vetorial dos produtos com o objetivo de refinar os resultados gerados pelo classificador, integrando-se ao mapa preliminar, a partir de interpretação visual, os dados do NDVI e mapas preexistentes de vegetação, solos e geologia. Este último foi de grande importância na distinção de algumas unidades mal classificadas. Assim, foi obtido um novo mapa de unidades geomorfológicas composto de quatro grandes unidades: a) Planaltos, definidos por compreenderem grandes extensões de superfícies elevadas, subdivide-se em Planalto Barra da Estiva, Planalto dos Três Vales, Planalto do Rio Paraguaçu, Planalto da Serra do Sincorá, Planalto da Serra Geral, Planalto da Serra da Cabeça Inchada, Planalto da Serra do Escôncio; (b) Patamar Cárstico, modelado de dissolução que abrange relevos de topos tabulares elevados, desenvolvidos sobre rochas calcárias da Formação Salitre; (c) Depressões, compreendendo vastas superfícies rebaixadas, nas quais prevalecem as feições de formas aplanadas, contendo residuais isolados, subdividindo-se em Depressão do Rio de Contas, Depressão

[1] Universidade Federal de Feira de Santana, Graduanda, isanaleite@bol.com.br
[2] Universidade Federal de Feira de Santana, Professor Doutor, wrocha@uefs.br
[3] Universidade Federal de Feira de Santana, Professora Mestre, raquel_pegasus@Yahoo.com.br

do Sincorá, Depressão Conceição e Depressão Cárstica de Ituaçú; e (d) Residual Serra da Volta, com vertentes escarpadas, adaptadas a falha normal, destaca-se pela grande extensão e gradiente altimétrico elevado em relação ao seu entorno. Os resultados obtidos demonstraram que o procedimento metodológico correspondeu aos propósitos do estudo permitindo a repartição dos modelados e relevo área, aumentando, inclusive, seu grau de detalhamento, pois até então, contavam-se somente com os mapas produzidos pelo RADAMBRASIL.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das Geotecnologias Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas permitiram uma grande variabilidade nos métodos de processamento de dados geográficos. A cartografia automatizada, os sistemas de gerenciamento de banco de dados e o processamento digital de imagens figuram como ferramentas para captura, análises e gerenciamento de informações relacionadas à superfície da terra.

Assim, procedendo-se as análises entre a imagem Landsat 7 ETM+, o Processamento Digital da Imagem (PDI), os dados temáticos anteriormente cartografados (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação), tem-se por objetivo a aplicação de uma metodologia baseada no uso das Geotecnologia de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas para a geração de classes que representem as unidades geomorfológicas da folha topográfica Contendas do Sincorá.

Propõem-se, através desse mapeamento, auxiliar a compreensão da distribuição do bioma Caatinga, por ser a disposição e configuração do relevo um dos condicionantes mais importantes para a evolução de ambientes naturais. Como já descrito por Ab'Saber (1974), as grandes depressões interplanálticas quentes e secas da região semi-árida são tidas como as áreas "core" desse tipo de cobertura vegetal.

Esse levantamento está sendo realizado na porção Meridional da Chapada Diamantina, localizada entre as latitudes 13º30' – 14ºS e as longitudes 41º30' – 42ºW, correspondente à folha topográfica SD.24 V-C-V (Fig. 01), abrangendo os municípios de Barra da Estiva, Ituaçú e Contendas do Sincorá.

A Chapada Diamantina é um cenário da zona central do Estado da Bahia destacando-se regionalmente pela sua grande diversidade biológica e de feições naturais singulares. Os aspectos morfológicos derivam dentre outros, de diastrofismos, no qual a atuação da tectônica local pode ser evidenciada pelas extensas falhas longitudinais de alinhamento preferencial nítido no sentido NNO-SSE, além de falhas transversais menores. Paleoclimas relacionados, sobretudo, ao Terciário e ao Quaternário, que delinearam feições morfológicas e ambientes biológicos especiais. Os processos morfogenéticos recentes associados às transformações de natureza antrópica, historicamente construídas pela prática da mineração.

Assim, diante da variedade de riqueza de recursos naturais, observa-se que o relevo desempenha importante função, pois é o suporte do meio biótico, além de ser imbuído de significado social e econômico. No entanto, para se compreender as feições atuais é relevante entender o comportamento dos elementos que as formam de maneira conjunta e integrada. Com essa finalidade, as Geotecnologias ampliam as possibilidades de análise e aplicação dos estudos geomorfológicos, ao facilitarem a interpretação, proporcionarem a integração dos fenômenos levantados, sob uma visão sinótica do espaço geográfico, ao qual, pode ainda, ser associado um banco de dados.

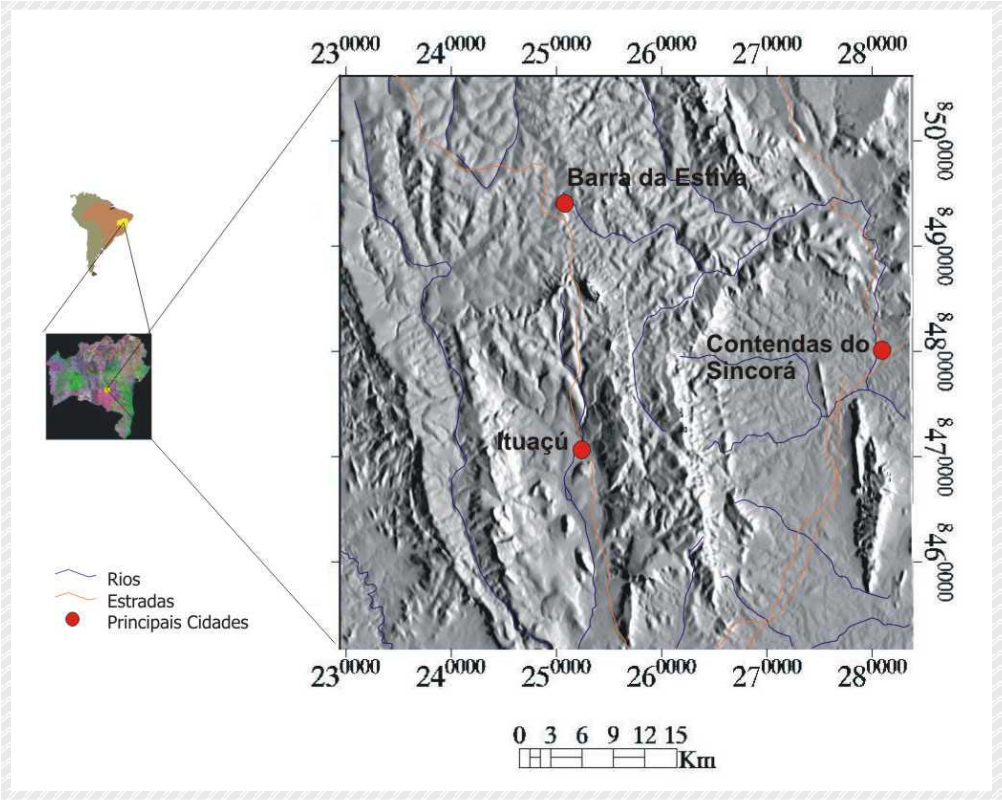


Figura 1. Mapa de Localização: mosaico do Estado da Bahia, em destaque a folha Contendas do Sincorá em relevo sombreado

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram a imagem de satélite Landsat 7 ETM+, bandas 1,2,3,4,5 e 7, das cenas 217_69 de 28/10/2001 e 217_70 de 10/09/2001 com resolução de 30m, o Modelo Digital do Terreno (MDT) da NASA (SRTM) com resolução de 90m, recortes de mapas digitais do CPRM (2003), mapas da série SD.24-V-C-V de vegetação, solos e geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL (1981).

Possuindo por base esses materiais, a organização metodológica da pesquisa, resumida no fluxograma (Fig.02), pode ser dividida em três etapas, cumpridas em um período de doze meses conforme cronograma preestabelecido. Essas etapas constituíram-se no (a) levantamento bibliográfico e cartográfico, (b) Processamento Digital da Imagem (PDI) e do Modelo Digital do Terreno (MDT), (c) integração dos dado e informações e (d) edição vetorial.

a) Levantamento Cartográfico e Bibliográfico:

Possuindo como enfoque o tema Mapeamento Geomorfológico, foram consultados alguns conceitos trabalhados por estudiosos relacionados aos ramos da Geomorfologia e Geotecnologias com a finalidade de subsidiar os estudos empíricos e o objeto da análise aqui proposto, além de levantamento cartográfico dos mapas analógicos de vegetação, pedologia, geomorfologia e geologia do RADAMBRASIL (1981) e mapa digital de geologia da CPRM (2003), os quais foram de fundamental importância ao fornecerem dados e informações sobre os aspectos físicos locais.

Entendemos que as formas da superfície terrestre são resultantes dos esforços antagônicos, internos e externos (CASSETI, 1991). Assim, tais formas não podem ser concebidas como um produto acabado, e, sim, em constante transformação. Desse modo, para se compreender as similaridades e diferenças entre as diversas feições do relevo, faz-se

necessário argüir sobre a sua gênese, idade e principalmente, sobre os processos que atuaram no passado e atuam no presente (ROSS, 1991).

Partindo desses princípios, os fundamentos necessários para se proceder à classificação do relevo, foram obtidos de autores reconhecidos no meio acadêmico, a exemplo de ROSS (1991), GUERRA & CUNHA (1995/1998), CRHISTOFOLETTI (1980), CASSETI (1990), os quais apresentam conceitos fundamentais relativos aos processos geradores da evolução do relevo e dos modelados, e sua inter-relação com os demais elementos componentes do ambiente.
GUERRA & CUNHA (1995) e ROSS (1991), em particular, abordam metodologias para realização de mapeamento geomorfológico e fornecem indicações de legendas possíveis de serem adotadas.

Fundamentalmente, visando a elaboração do mapeamento geomorfológico foram aplicadas técnicas de geoprocessamento, buscando nas obras de CRÓSTA (1993); NOVO (1989); SILVA (2003) e ROSA (1992), o entendimento dos procedimentos e das técnicas voltadas para o processamento de imagem orbital, bem como para o sistema de gerenciamento de banco de dados.

Trabalhos na mesma orientação metodológica também foram consultados, à exemplo de PAIM (2004) que utilizou as Geotecnologias de Sensoriamento Remoto e SIG para realizar mapeamento geomorfológico no município de Mucugê (BA), e CERQUEIRA et all (2003) que também aplicou essas técnicas no mapeamento de uma espécie ameaçada de extinção, a sempre-viva (*Syngonanthus Curralensis),* no município de Morro do Chapéu (BA).

b) Processamento Digital da Imagem Orbital e do MDT:

Esse procedimento foi empregado para facilitar a interpretação e extração das informações. Inicialmente efetuou-se o recorte, análises estatísticas, cuja aplicação teve por finalidade buscar uma menor correlação entre as bandas e mosaico das cenas, para recobrimento de toda a área correspondente à folha topográfica Contendas do Sincorá, cuja escala é 1:100.000.

Em seguida, visando realçar a cobertura vegetal por meio da diferença do comportamento espectral desse alvo, aplicou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o qual corresponde à razão normalizada das bandas 4 e 3 do sensor Landsat 7 ETM+.

No que se refere ao processamento do MDT, foram empregadas ferramentas topográficas que permitiram a geração de classes de declividade, altimetria, além do sombreamento do relevo - “Hill Shade”. Por fim, procedeu-se à fusão da imagem com o relevo sombreado, combinando ambas as informações com a finalidade de se obter um melhor nível de visualização e interpretação dos fenômenos.

c) Integração dos Dados e Informações:

Concluído o levantamento das características fisiográficas da imagem e o processamento digital, executou-se a etapa de integração. Para distinção das unidades aplicou-se o classificador Árvore de Decisão, adotando como critérios a altimetria e a declividade. Posteriormente agregou-se a análise dos mapas de solo, geomorfologia e vegetação do RADAMBRASIL (1981), do mapa digital geológico da CPRM (2003), os resultados do NDVI e da fusão IHS. Este procedimento possibilitou a atribuição das características principais de cada unidade geomorfológica, definindo assim os padrões para as individualizações das formas de relevo e dos modelados.

d) Edição Vetorial:

Em fase de pós-processamento realizou-se edição vetorial dos produtos com o objetivo de refinar os resultados gerados pelo classificador, obtendo-se assim o mapa das unidades geomorfológicas.

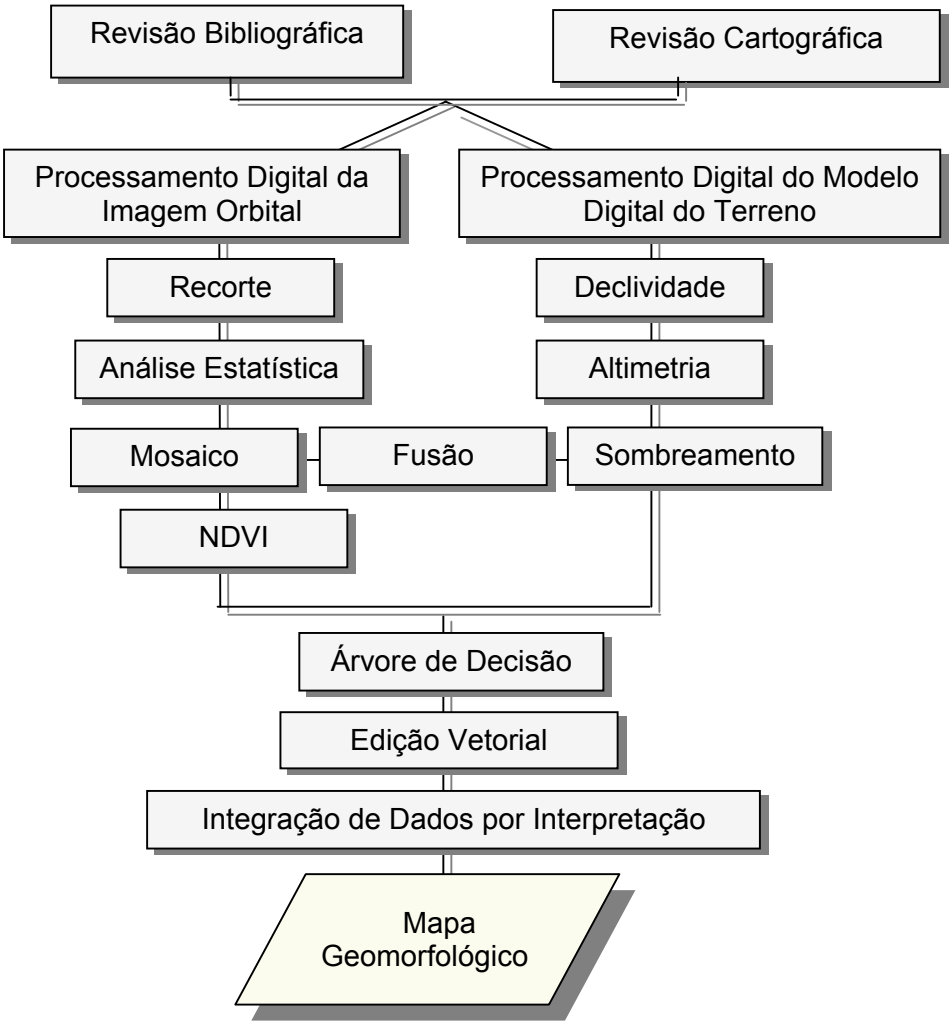


Figura 2. Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos.

RESULTADOS E DISCURSÕES

Em se tratando de um trabalho com o objetivo de mapear as feições do relevo, o enfoque inicial foi o de realizar um levantamento de mapas pré-existentes sobre a área, além de buscar uma metodologia, com o uso de novas tecnologias que permitissem alcançar esse objetivo.

De modo geral, vereificou-se que a Chapada Diamantina apresenta formas tabulares, resultante da inversão de relevo. Estas são originárias de atividades tectônicas que imprimiram em seu substrato dobramentos e fraturamentos, fazendo surgir zonas de fraquezas, as quais associadas ao tipo litológico, desencadearam a erosão diferencial.

Através do levantamento bibliográfico e cartográfico do RADAMBRASIL (1981), identificou-se a existência de dois domínios morfoestruturais e quatro unidades geomorfológicas na área de estudo. O primeiro domínio corresponde ao Domínio das Coberturas Sedimentares, o qual abrange áreas de litologia metassedimentar Pré-Cambriana e sedimentos Paleozóicos e Mesozóicos; e o Domínio dos Planaltos de Estruturas Dobradas que

compreende elevações e superfícies aplanadas remanescentes de estruturas dobradas em rochas metassedimentares falhadas do Pré-Cambriano Médio.

As unidades geomorfológicas mapeadas pelo RADAMBRASIL (1981) foram o Pediplano Central, Pediplano Karstificado, Encostas Orientais e Serra da Borda Ocidental, os quais serviram de base para a nova caracterização morfológica da área, proposta possível, em função do maior grau de detalhamento permitido pela imagem LANDSAT. A região figura como do divisor das Bacias do Paraguaçú e Rio de Contas. Alguns dos seus principais canais são os Rios Ourives, Contas, Sincorá e Matogrosso, Paraguaçu, além dos Riachos da Palmeira, Conceição, Cadeira e do Meio.

Também foi conhecida a grande variedade de cobertura vegetal e solos, este último atualizado pela nova classificação da EMBRAPA/1999, bem como diferentes litologias, no mapa digital da CPRM (2003).

As técnicas digitais possuem ferramentas que possibilitaram a geração de mapas de declividade, altimetria, densidade de vegetação e melhor visualização das formas do relevo a partir do sombreamento do MDT e fusão deste com a imagem orbital, produtos fundamentais para se chegar aos resultados preliminares da espacialização das formas de relevo.

A delimitação da área de estudo resultou do recorte e mosaico de duas cenas do sensor ETM+ do satélite Landsat 7. Em seguida a análise estatística indicou o triplete 5/4/3 como sendo a melhor composição colorida a ser utilizada no sistema RGB, no entanto a combinação 4R5G7B mostrou-se mais adquada para a observação das feições, modelados e relevo.

O NDVI foi um processamento aplicado para obtenção de padrões da cobertura vegetal, pois realça a assinatura espectral da vegetação, através da razão normalizada aplicada por esse classificador:

$$NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3}$$

Assim, através da razão normalizada entre a banda 3 (faixa na região do vermelho de maior absorção da clorofila) e banda 4 (onde ocorre maior reflexão da clorofila na faixa do espectro do infra-vermelho próximo) do sensor ETM+ do satélite Landsat 7, foi gerada uma classificação (Fig.03) na qual os valores inferiores a – 0.2000 correspondem aos menores níveis de densidade vegetal, tendendo à solo nu e rocha exposta, enquanto que os valores de 0.4000 à 0.6000 representam cobertura vegetal mais densa e viçosa.

Os resultados obtidos através do PDI mostraram haver relação com os dados anteriormente cartografados. Assim, uma relação pode ser estabelecida entre os índices do NDVI e as regiões de vegetação do RADAMBRASIL (1981):

Tabela 1. Relação entre o NDVI e o mapa de vegetação do RADAMBRASIL.

NDVI	RADAMBRASIL
< -0.2000	Região da Caatinga
-0.2000 a 0.0000	Área de Contato Caatinga Floresta Estacional e Áreas da Região do Cerrado
0.0000 a 0.2000	Região do Cerrado e Áreas de Contato Cerrado/Floresta Estacional
0.2000 a 0.4000	Região de Contato Cerrado Floresta Estacional e Região da Floresta Estacional Decidual
0.4000 a 0.6000	Floresta Decidual Montana em Área de Tensão Ecológica

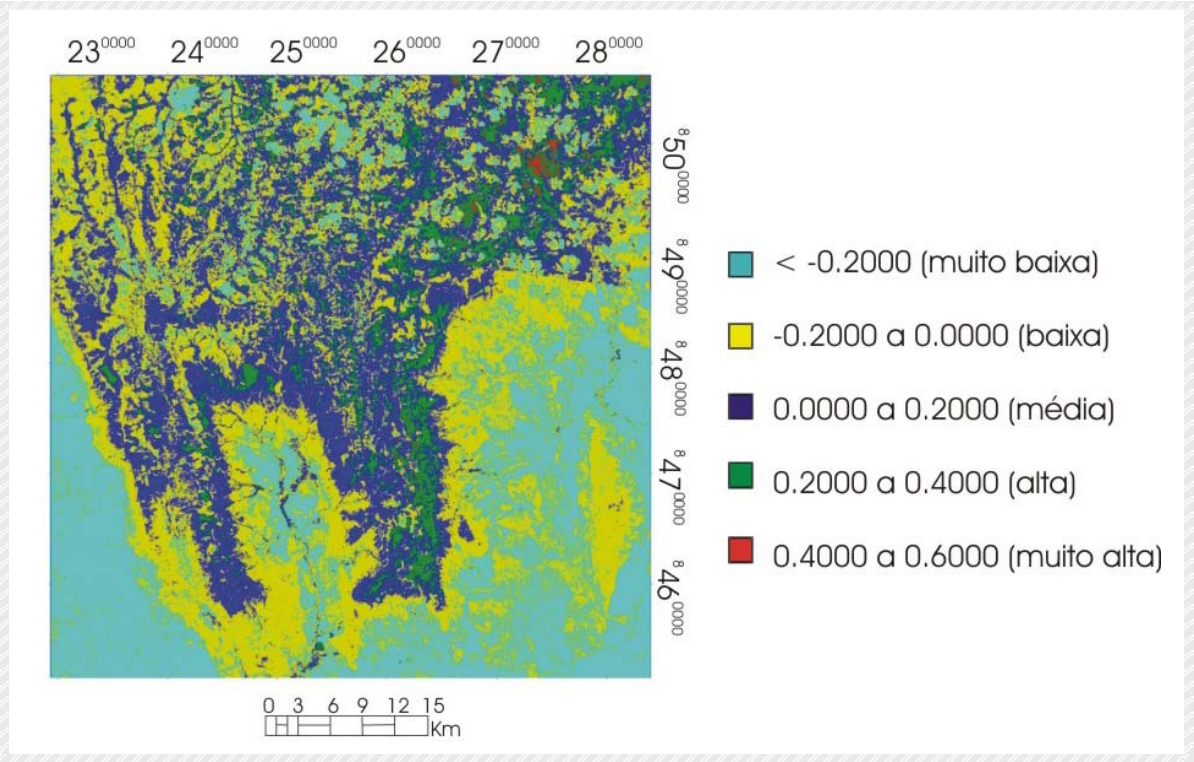


Figura 3. Classificação da Densidade da Vegetação através do NDVI.

Confrontando a tablea 1 com a espacialização da vegetação na área de estudo, verifica-se que à sul ocorre menor densidade (< -0.2000) estando esta associada à vegetação da Região da Caatinga. A Região do Cerrado está melhor representada pelo NDVI entre –0.2000 e 0.2000, enquanto que os índices mais elevados estão relacionados a vegetação de floresta. Importante observar que a cena utilizada apresenta nuvens e sombra de nuvens, mais concentrada à nordeste da área, fazendo surgir classes que representam de forma equivocada a densidade vegetal na área nos intervalos menores que 0.2000, não se constituindo este, porém, um obstáculo para a realização do objetivo proposto.

O mapa de declividade (Fig. 04) foi produzido a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT) com a aplicação de ferramentas de modelagem topográfica. Tentou-se a princípio, utilizar categorias anteriormente aplicadas por ROSS (1991), no entanto o resultado não se mostrou satisfatório. Assim, a partir das condições locais do relevo chegamos à cinco classes de declividade que vão desde superfícies horizontalizadas, até escarpas bastante abruptas.

A classificação do grau de inclinação foi de fundamental importância na delimitação das unidades geomorfológicas. Podemos observar que as áreas de topo tabular e superfícies planas (declividade inferiores à 5º), correspondem a modelados de aplainamento e dissolução. As áreas de declividade variando entre fraca à média (5º à 20º) definiram modelados de dissecação fraca, enquanto que planos de inclinação com índice alto a muito alto (superiores à 20º), distinguiram unidades de forte dissecação, constituídas por encostas íngremes e escarpas adaptadas à falhas.

Na classificação do MDT em cotas altimétricas, adotou-se um intervalo de duzentos metros para a geração das classes hipsométricas (Fig. 05). Observações realizadas na carta topográfica e esse produto indicam uma amplitude de 1350 metros, onde as menores cotas situam-se em torno de 200 metros e as mais elevadas em torno de 1550 metros. Através dessa técnica distingui-se bem duas grandes características da área, as depressões e os planaltos.

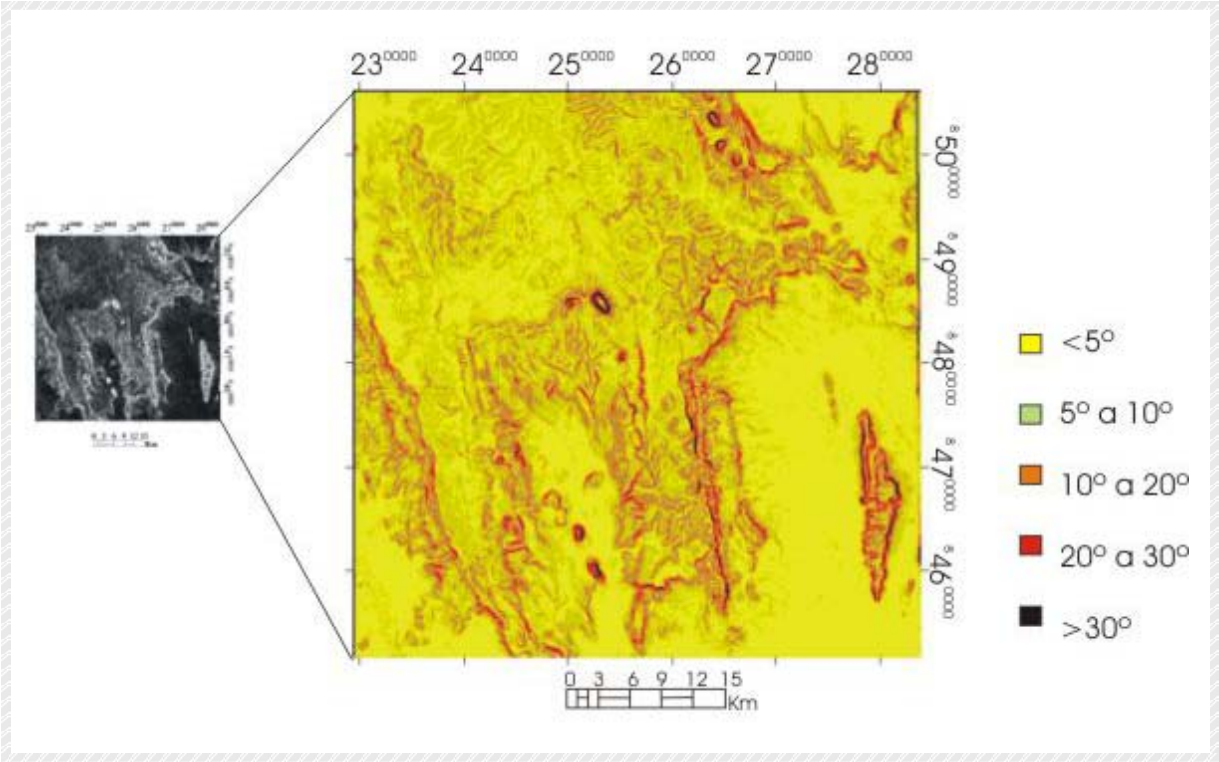


Figura 4. Mapa de Declividade: as regiões mais claras são as que apresentam maior declividade.

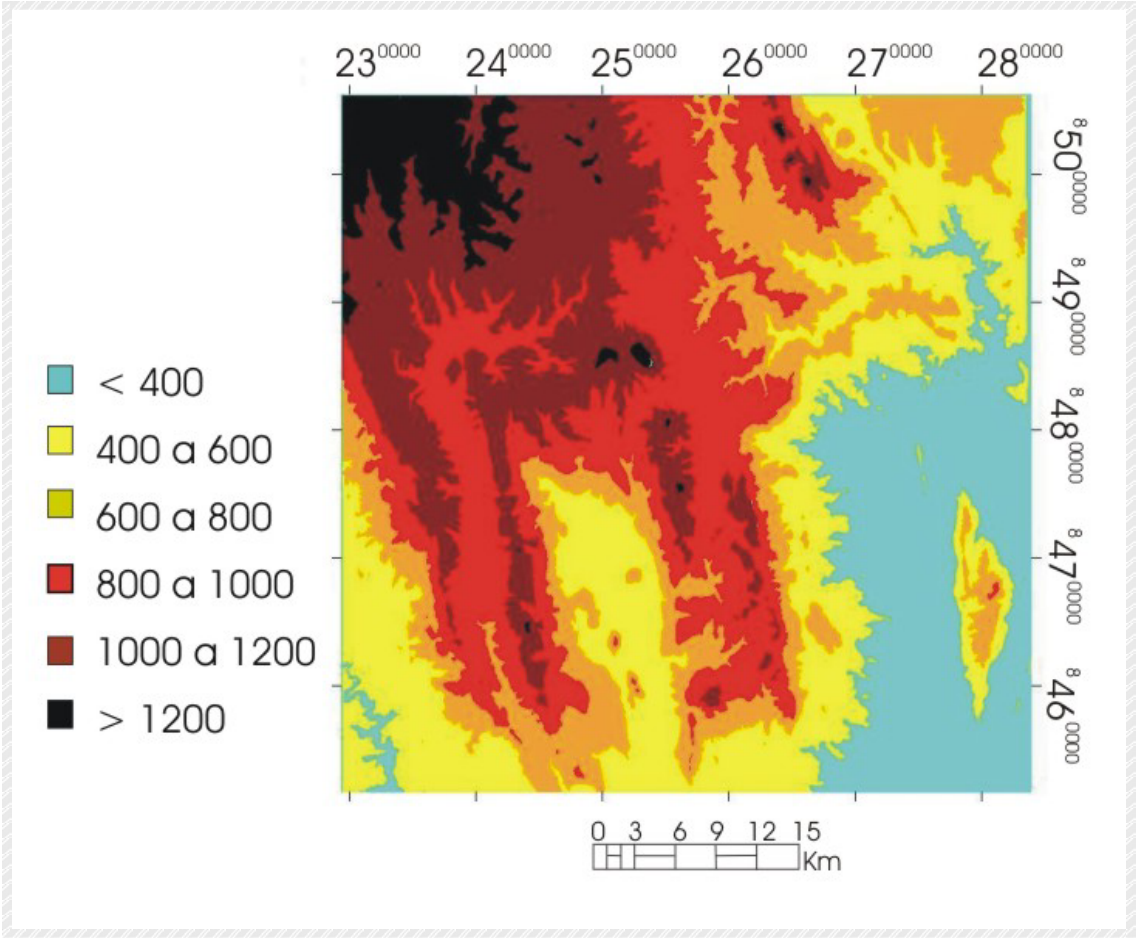
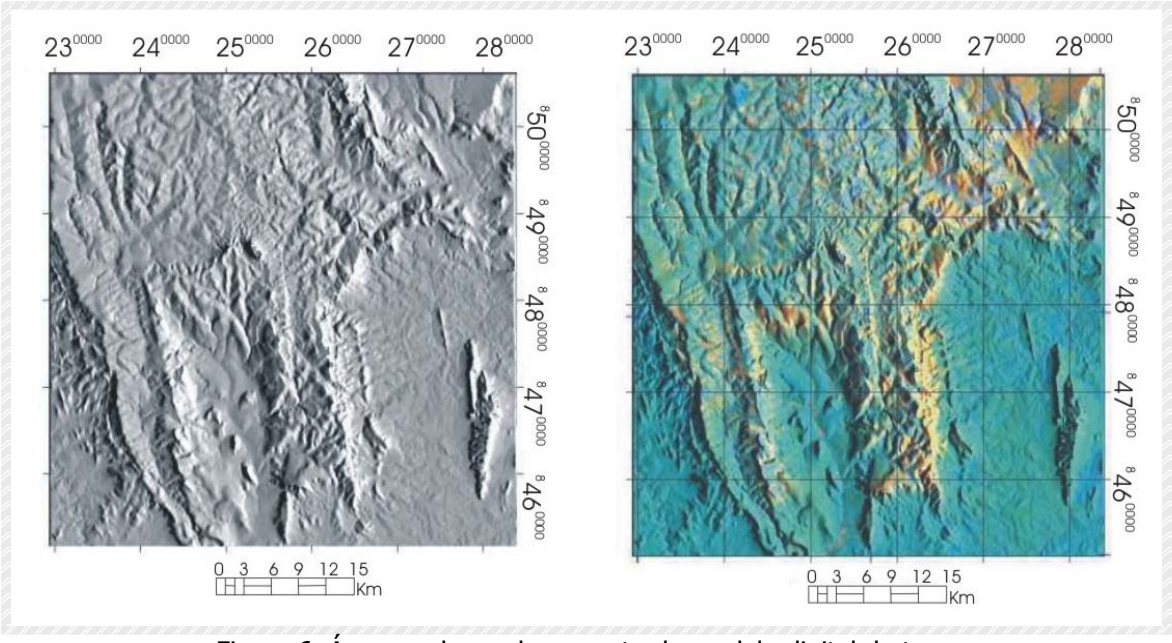


Figura 5. Mapa de altitude gerado a partir do MDT.

Outro produto gerado, com a finalidade de facilitar a identificação das feições morfológicas, foi o relevo sombreado a partir do MDT. O sombreamento fornece uma melhor visualização da superfície em duas dimensões, sendo um procedimento de relevante importância ao possiblitar melhor identificação das formas dos relevos e modelados, além da rede de drenagem e morfoestruturas, a exemplo de falhas geológicas. Com o intuito de tornar ainda mais legível essas características, realizou-se a fusão do relevo sombreado com a imagem orbital (Fig.06) obtendo-se assim, uma imagem com maior grau de detalhamento e mais fácil interpretação dos processos geomórficos.



Figrua 6. Á esquerda sombreamento do modelo digital do terreno, à direita fusão do sombreamento com a imagem orbital.

Todos os produtos gerados mostraram forte correspondência com os dados de vegetação e geomofologia anteriormente obtidos através do RADAMBRASIL (1981). O Pediplano Central, a Encosta Oriental, a Serra da Borda Ocidental e o Pediplano Karstificado foram facilmente identificados e individualizados através dos processamentos, sendo que a imagem Landsat 7 possibilitou a aquisição de dados que permitiram um maior detalhamento dessas unidades.

A delimitação das unidades geomorfológicas foi iniciada após o término dos processamentos. De acordo com Ross (1991) as unidades morfológicas são agrupamentos de características de rugosidade topográfica semelhantes, considerando-se a altimetria, dominância de declividade das vertentes, morfologia dos topos e vertentes, dimensão interfluvial, entalhamento dos canais de drenagem, além da influência morfoestrutural.

Partindo dessa concepção, alguns parâmetros foram adotados para a identificação das formas de relevo. Foram integrados dados resultantes do levantamento cartográfico do RADAMBRASIL (1981), do mapa digital geológico da CPRM (2003), dos produtos gerados pelo processamento digital da imagem como a declividade, altimetria e densidade da cobertura vegetal, estabelecendo padrões de características definidoras das unidades morfológicas.

De maneira geral, na área em estudo, destacam-se duas grandes feições de relevo, que de acordo com o levantamento cartográfico correspondem ao Planalto de Estruturas Dobradas e as Bacias e Coberturas Sedimentares do Bambuí. Localizada em uma região de contato, podemos visualizar uma extensa depressão interplanáltica, sob domínio de característico clima semi-árido, com cobertura de Caatinga circundada por elevações residuais resultantes

de estruturas dobradas, com clima mais ameno, apresentando maior variedade biológica, notadamente com predomínio do bioma Cerrado.

Esse cenário caracteriza ambientes bem distintos que explicitam a inte-relação entre as vegetações de Caatinga e Cerrado ao relevo, já anteriormente descritos por Ab'Saber (1974). Em seus estudos o autor afirma serem as depressões interplanálticas e os planaltos centrais as áreas "core" das respectivas coberturas vegetais.

No recorte da imagem Landsat 7, correspondente à folha topográfica Contendas do Sincorá, foram delimitadas quatro grandes unidades geomorfológicas - Planaltos, Depressões, Patamar e Residual - estando estas subdividias em treze subunidades. Essa compartimentação foi alcançada com a aplicação do classificador Árvore de Decisão, o qual possui uma estrutura baseada em decisões binárias, onde as classes vão sendo definidas através de expressões construídas segundo um modelo pré-estabelecido, seguindo critérios excludentes entre si (Fig.07).

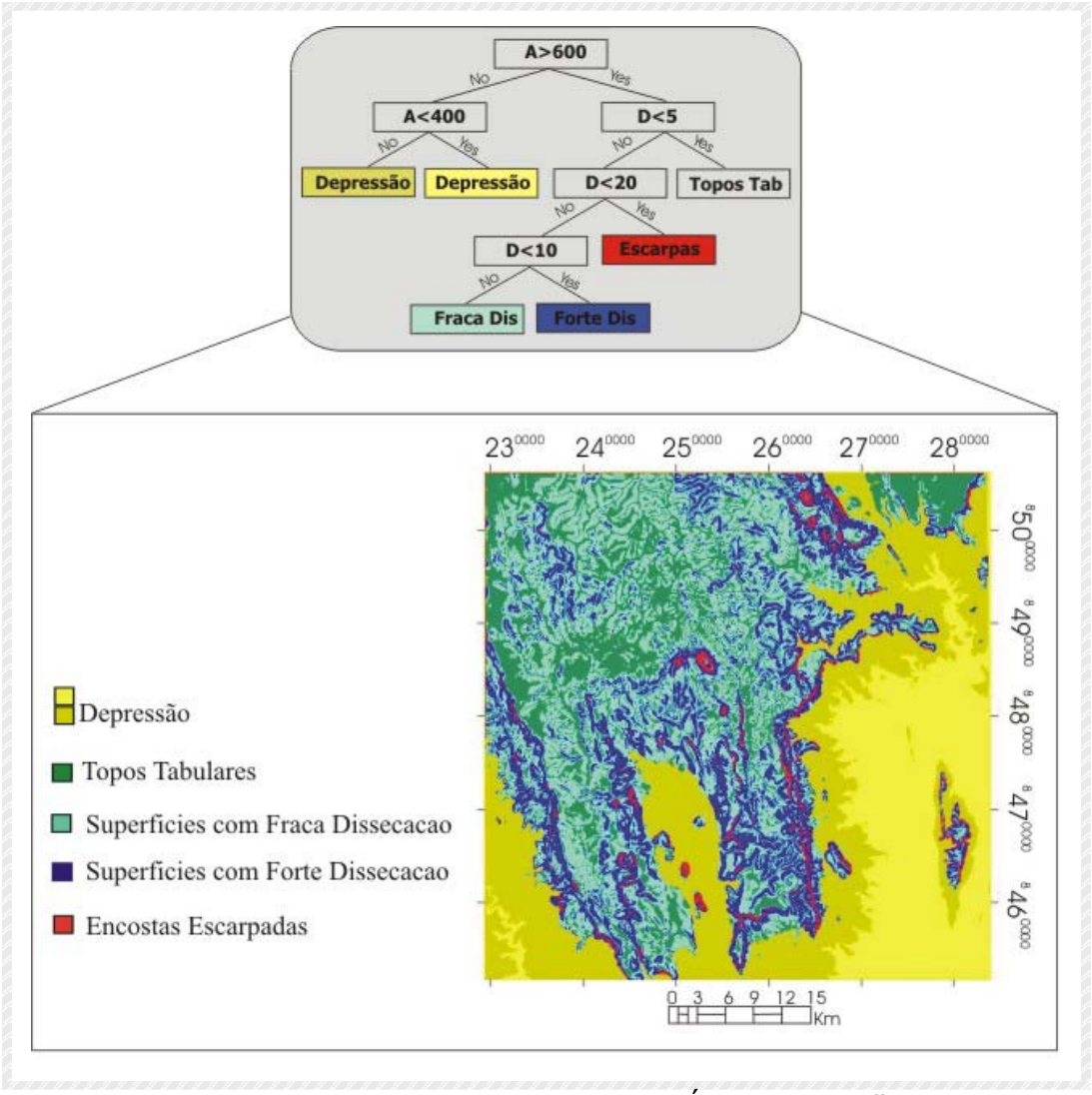


Figura 7. Acima estrutura do classificador Árvore de Decisão seguida da imagem classificada.

Os critérios adotados nesta classificação foram declividade e altimetria, por proporcionarem parâmetros de menor coincidência entre unidades diversas. No entanto, a superposição desses dados no classificador Árvore de Decisão apresentou dificuldades. A existência de zonas com os mesmos valores de declividade e altitude, a exemplo do Planalto do Escôncio e do Planalto da Serra da Cabeça Inchada, não permitiram tomadas de decisões que

gerassem classes distintas. Essa dificuldade foi superada integrando os demais dados utilizados (vegetação, solo, geologia) por meio de foto-interpretação, sendo que a rasterização desses mapas temáticos, melhorariam os resultados através do incremento de dados, o que permitiria uma melhor distinção das classes.

As características de cada uma dessas unidades do mapa geomorfológico (Fig.8) são descritas a seguir, encontrando-se, em anexo, um quadro síntese das diferentes unidades geomorfológicas mapeadas na área de estudo estabelecendo relação com o anterior mapeamento do RADAMBRASIL. A primeira grande classe abordada corresponde aos Planaltos, extensas áreas elevadas com variáveis graus de dissecação, englobando o Pediplano Central e Encostas Orientais do referido mapeamento. Toda a área relacionada às altitudes inferiores à 600 metros foram consideradas Depressões, dentre as quais encontramos as Depressões Interplanálticas e a Depressão Cárstica, diferenciadas principalmente pela litologia, sendo que essas áreas deprimidas denominavam-se Serra da Borda Ocidental e Pediplano Central respectivamente. O Patamar Cárstico corresponde ao Pediplano Karstificado, destacando-se ainda um extenso Residual, aqui individualizado como uma unidade, antes inserida na Serra da Borda Ocidental. As unidades foram nomeadas segundo a denominação da cidade principal nelas contidas, drenagem ou do elemento topográfico de maior representatividade a ela inerente.

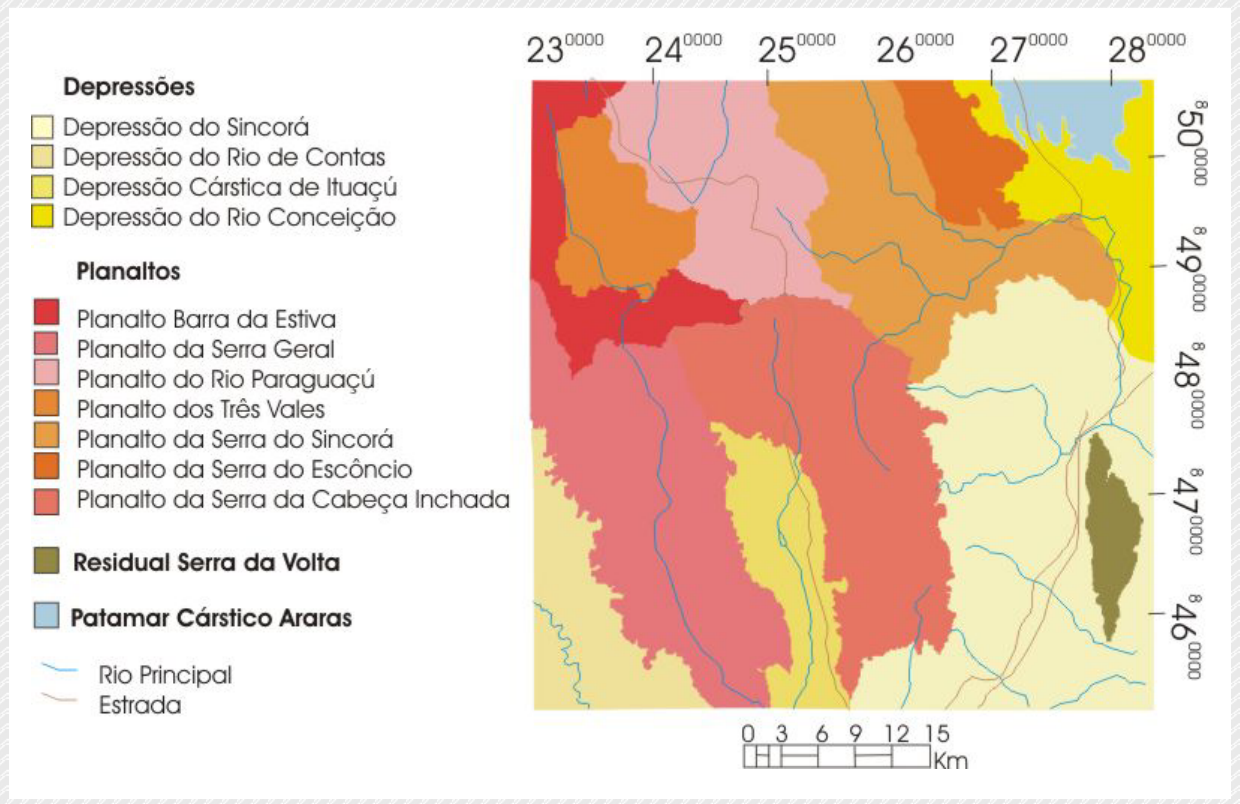


Figura 8. Mapa Geomorfológico da Folha Contendas do Sincorá

1. Planaltos:

Esta classe ocupa a porção central da Folha SD.24.V-C-V, definida principalmente por compreender grandes extensões de planaltos elevados, quase sempre com níveis altimétricos superiores à 1000m, sendo as menores cotas resultantes de uma maior dissecação do relevo. Compõem-se de:

a) Planalto Barra da Estiva: esta área corresponde às maiores altitudes (entre 1.000 e 1.400 metros), individualizadas por topos amplos e tabulares, associados às Coberturas Detrito-Laterítica com concreções ferruginosas. São superfícies de aplainamento, elaboradas por processos que geraram planos levemente inclinados com declividade menor que 5º. Essas condições favoreceram o estabelecimento de uma boa drenagem no terreno fazendo prevalecer os processos pedogenéticos com desenvolvimento de solos profundos, do tipo Latossolo, sobre o qual encontramos Cerrado. O índice de vegetação (NDVI) manteve-se predominantemente entre –0.2000 e 0.2000, significando uma densidade baixa à média de cobertura vegetal.

b) Planalto dos Três Vales: compreende uma superfície com interflúvios entalhados por drenagem condicionada pela estrutura. Situa-se em altitudes entre 1.000 e 1.200 metros. A erosão linear delineia uma seqüência paralela de interflúvios com encostas íngremes, comandada pelos rios Taquari, Boa Esperança e Talu. A declividade varia entre 10º e 30º, sobre os metarenitos e metapelitos, bastante resistentes, da Formação Lagoa de Dentro. Pela dificuldade da instalação dos processos pedogenéticos predominam solos rasos e densidade vegetal de – 0.2000 a 0.2000.

c) Planalto do Rio Paraguaçu: caracteriza-se por ser um modelado de fraca dissecação, apresentando baixo nível de inclinação até 10º, formando lombadas e colinas, cujo substrato rochoso corresponde à Formação Lagoa de Dentro. Encontra-se entre as faixas altimétricas de 1.000 e 1.4000 metros, apresentando Argissolos recobertos por vegetação da Região do Cerrado, cujo NDVI indica densidade entre –0.2000 e 0.4000, variando assim de baixa à alta densidade.

d) Planalto da Serra do Sincorá: é um modelado no qual predomina média dissecação, apresentando encostas íngremes, com declividade entre 10º e 30º. Está representado litológicamente à norte pelos metarenitos e metapelitos da Formação Lagoa de Dentro e pelos metaconglomerados polimíticos e quartzitos da Formação Ouricuri do Ouro, à sul. A tectônica local imprimiu falhas que orientam os cursos d'água no sentido Noroeste-Sudeste, a exemplo do Rio Sincorá. A morfologia evidencia maior grau de dissecação (domínio de formas convexas) ao sul da unidade, que aos pouco vai assumindo uma fisionomia mais suave em direção ao norte, com reflexos de aplainamento. A variação altimétrica oscila entre 600 e 1.000 metros.

e) Planalto da Serra Geral: é um modelado de dissecação marcado pelo controle estrutural e litológico, estendendo-se no sentido NNW-SSE. Apresenta interflúvios com topos monoclinais conservados, declividade variando até 10º, estando representada principalmente pela Serra Geral. Nesta figuram escarpas adaptadas à falhas em sua face oeste e à leste ressalto com caimento em rampa de colúvio, além de vale estrutural entalhado pelo rio Ourives (RADAMBRASIL, 1981), onde aparecem as maiores declividades (acima de 20º). Sua altitude varia entre 600 e 1.200 metros, sendo o substrato rochoso composto por rochas da Formação Lagoa de Dentro e Tombador Indivisa (quartzo arenito, arenito, conglomerado polimítico, arenito conglomerático, pelito). Nos topos, pela menor inclinação do terreno, desenvolvem-se Latossos com índice de vegetação entre 0.0000 e 0.2000, enquanto que nas encostas prevalecem os Litossolos e Argissolos, recobertos por vegetação de menor densidade (NDVI – 0.2000 a 0.0000).

f) Planalto da Serra da Cabeça Inchada: sua altitude varia entre 600 e 1.200 metros correspondendo à superfícies de dissecação, também marcadas por forte controle estrutural e litológico. No entanto, apresenta interflúvios com topos aguçados e amplas vertentes bem trabalhadas pela erosão linear, resultando em extensas escarpas com declividade superior à 30º, localizadas principalmente à leste, sobre rochas da Formação Ouricuri do Ouro (metaconglomerado polimítico e quartzitos) no contado com a Depressão Interplanáltica. Nesse ambiente, desenvolvem-se Litossolos com NDVI variando entre 0.0000 a 0.2000. A oeste, sobre as rochas da Formação Tombador Indivisa, no contato com a Depressão Cárstica de Ituaçú, formam-se encostas com menor grau de declividade, embora ainda

bastante íngremes, o que favorece a predominância de Argissolos, além de NDVI entre 0.2000 a 0.4000, logo maior grau de densidade, sendo esta uma área de Contato Cerrado/Floresta Estacional. A ocorrência de encostas íngremes nos interflúvios conservados,favorecem o escoamento superficial concentrado podendo vir a originar ravinas.

g) Planalto da Serra do Escôncio: esta unidade possui relevo montanhoso sendo este um modelado de dissecação nas bordas e de aplainamento no topo. Suas características são bastante intrínsecas à litologia. Nas encostas, prevalecem declividades superiores à 20º, principalmente à leste, na qual encontram-se rochas da Formação Ouricuri do Ouro, enquanto no limite oeste, as rochas pertencem à Formação Acuruá. Ao centro da unidade, onde prevalecem as maiores altitudes, a partir dos 1.000 metros, a declividade é inferior à 20º, inclusive apresenta áreas com menos de 5º. Predominam Litossolos e NDVI entre 0.0000 a 0.2000, refletindo a predominância de vegetação da Região do Cerrado.

2. Depressões:

a) Depressão do Sincorá: Compreende uma vasta superfície rebaixada, suavemente dissecada, prevalecendo feições de formas planas contendo elevações residuais isoladas. É um modelado de aplainamento cujo embasamento corresponde a rochas cristalinas, tais como metagrauvacas, metapelito, metabasalto e metadesito da Formação Rio Gavião/Mirante, onde são encontradas as menores altitudes da área de estudo (inferiores a 400 metros), Sua cobertura vegetal é predominantemente de Caatinga Arbórea Aberta com Palmeira e NDVI entre < –0.2000 e 0.0000. Os tipos de solos predominantes são os Latossolos e Argissolos.

b) Depressão do Rio de Contas: Também constituiu um modelado de aplainamento com características semelhantes à subunidade anterior. No entanto há uma variação na litologia, predominando os ortognaisses e migmatitos da Formação Gavião Migmatitos. Seu nível de base é o Rio de Contas, que controlado pela estrutura corta essa área no sentido NNW-SSE; a altitude é um pouco superior, variando entre 400 e 600 metros. A cobertura vegetal corresponde à Caatinga Arbórea Aberta sem Palmeira, refletindo uma densidade baixa, menor que –0.2000, assentada em Latossolos e Argissolos.

c) Depressão do Rio Conceição: É um modelado de aplainamento que apresenta um maior grau de dissecação e maior incidência de residuais isolados, a exemplo do Morro do Mosquito, Morro do Quilombo e Serra do Lagedo, sendo sua litologia composta por rochas da Formação Bebedouro, a qual circunda todo o Patamar Cárstico, da Formação Barreiro Dantas e Jurema, e da Formação Travessão. Sua altitude varia entre os 400 e 600 metros, possuindo um plano de inclinação bastante baixo, inferior a 5º. Nesta unidade encontra-se uma grande diversidade na densidade da cobertura vegetal, NDVI entre –0.2000 a 0.6000, representando os maiores índices encontrados dentre as unidades geomorfológicas. Os Latossolos são predominantes, abrigando vegetação de Contato Caatinga/Floresta Estacional e da Região do Cerrado.

d) Depressão Cárstica de Ituaçú: É um modelado de dissolução, esculpido em rochas calcárias da Formação Salitre, contendo áreas de cárste coberto e cárste exumado. Neste último podemos citar alguns morros cársticos, como o Morro da Pedra, Morro da Vereda e a Gruta da Mangabeira, nas proximidades de Ituaçú. Em termos altimétricos, localiza-se entre 400 e 600 metros, com grau de inclinação menor que 5º. Sua drenagem é comandada pelo Rio Mato Grosso, o qual atravessa essa unidade no sentido N-S. A fácil intemperização química dos calcários promove intenso processo pedogenético desenvolvendo Latossolos. O NDVI situa-se entre –0.2000 e 0.0000, correspondendo à vegetação do tipo Caatinga Arbórea Aberta sem Palmeira.

3. Residual Serra da Volta:

É um relevo residual que se insere na unidade da Depressão do Sincorá, destacando-se na geomorfologia pela sua grande extensão, isolamento e gradiente altimétrico elevado, pois encontra-se entre 600 e 1.000 metros de altitude, com vertentes escarpadas adaptadas a falha normal, na porção sudeste da folha Contendas do Sincorá. Sua permanência na paisagem deve-se à composição diferencial do seu substrato rochoso em relação à unidade ao seu entorno, sendo constituído por metarcóseos da Formação Areião. Os solos apresentam-se rasos, do tipo Neossolos, em função da maior resistência ao intemperismo químico, imposto pela litologia e sobre tudo declividade acentuada, com escarpas acima de 30º de inclinação, o que dificulta a instalação dos processos pedogenéticos. Sustenta vegetação da Região da Caatinga, com NDVI inferior à –0.2000, logo muito baixa densidade.

4. **Patamar Cárstico Araras:**

É um modelado de dissolução que abrange relevos de topos tabulares (declividade inferior à 5º), desenvolvidos sobre rochas calcárias da Formação Salitre, em cotas altimétricas que variam de 600 a 800 metros. Desenvolvem-se solos profundos do tipo Latossolo. O NDVI oscila entre muito baixa à alta densidade, em torno de –0.2000 a 0.4000. Esta densidade refere-se à vegetação da Região da Floresta Estacional Decidual do tipo Secundária sem Plameira, resultante do uso da terra para exploração agrícola, o que confere a esse solo um aumento potencial de erosão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de Sensoriamento Remoto, Sistema de Informações Geográficas e Processamento Digital da Imagem mostraram-se eficazes para individualizar os diferentes modelados, pois originaram dados de fundamental importância para a análise da paisagem através dos classificadores, agilizaram as comparações e integrações multitemáticas, permitindo diferenciar áreas em função das formas do modelado, inclusive com visualização das características destas através do sombreamento do MDT e fusão deste com a imagem orbital.

Os dados obtidos para a construção do mapa das unidades geomorfológicas foram bastante satisfatórios, permitindo uma boa classificação para a região de Contendas do Sincorá. Conseguiu-se maior detalhamento no mapeamento préliminar, contendo quatro grandes unidades geomorfológicas subdivididas em treze subunidades, sendo que o levantamento cartográfico do RADAMBRASIL indicava a existência de quatro unidades. No entanto, faz-se necessário a integração de novos dados através do classificador Árvore de Decisão, validação dos resultados em campo, bem a aplicação de algorítimos que indiquem a acurácia das classificações.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O Domínio Morfoclimático Semi-Árido daas Caatingas Brasileiras. **Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo**. São Paulo, n.43, p.01 – 39, 1974.

CASSETI, Walter. **Elementos de Geomorfologia.** Goiania: UFG, 1990.

CERQUEIRA, D. B; FRANCA-ROCHA, W. J. S.; LOBÃO, J. S. B,; HAROLDO, F. **Modelagem Digital da Distribuição Espacial de Cactáceae: Morro do Chapéu-BA**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12 (SBSR). 16-21 abr.2005, Goiania. Anais XII. Feira de Santana: UEFS, 2005. Artigo,. P. 2909-2915. CD-ROM, ISPN 85-17-00018-8.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgar Blucher, 1980.
CPRM. Geologia e Recursos Minerais da Bahia. Salvador, 2003.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. São Paulo: IG/UNICAMP,1993.

CUNHA, S. Batista e GUERRA, A. Texeira. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

----------. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Bertran Brasil, 2001.

JESUS, Emanuel Fernando Reis de (et al). **Caracterização Geográfica a Aspectos Geológicos da Chapada Dianmantina-Bahia.** Salvador: UFBA,1985.

LEINZ, Vicktor. **Glossário geológico**. 3ª. ed. – São Paulo: Ed. Nacional, 1998.

PAIM, G.F. **O Uso de Geotecnologias para Mapeamento Geomorfológico no Munícipio de Mucugê-Ba.** Feira de Santana: UEFS, 2003.

RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SD.24 Salvador: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação.** Rio de Janeiro, 1981.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 2ª. ed. São Paulo: Contexto, 1991.

ROSA, Roberto**. Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia: EDUFU,1992.

SILVA, Ardemírio de Barros. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo: UNICAMP, 2003.

ANEXO

A- Caracterização geral das novas unidades geomorfológicas:

UNID. GEOMORF. BRASIL(1981)	RECLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		TIPO DE MODELADO	LITOLO-GIA	DECL. (graus)	ALT. (m)	NDVI	SOLO
Serra da Borda Ocidental	Residual Serra da Volta		Dissecação	Areião	> 20	600 - 1000	< - 0.2000	Litólico
	Depres-sões	Depressão do Sincorá	Aplainamen-to	Barreiro Dantas e Jurema, Traves-são e Bebedou-ro	< 5	400-600	-0.2000 a 0.6000	Latos-solo
		Depressão do Rio de Contas	Aplainamen-to	Forma-ção Umbura-nas e Gavião Migmati-tos	< 5	400-600	< - 0.2000	Latos-solo e Podzó-lico
		Depressão do Rio Conceição	Aplaname-nto	Forma-ção Rio Gavião Mirante	< 5	< 400	< - 0.2000	Latos-solo e Argis-solo

Pediplano Central		Depressão Cárstica de Ituaçú	Dissolução	Gabriel e Nova América, Bebedou-ro	< 5	400-600	<-0.2000 a 0.0000	Latos-solo
	Planaltos	Planalto da Serra Geral	Dissecação	Lagoa de Dentro e Ouricuri do Ouro	> 10	600-1200	-0.2000 a 0.2000	Litólico ,Argis-solo e Latos-solo
		Planalto Barra da Estiva	Aplainamen-to	Cobertu-ra Detrito-Laterítica com Concre-ções Ferrugi-nosa	< 5	1000-14000	-0.2000 a 0.2000	Latos-solo
		Planalto dos Três Vales	Dissecação	Lagoa de Dentro	10 a 30	1000-1200	-0.2000 a 0.2000	Litólico
		Planalto do Rio Paraguaçú	Dissecação	Lagoa de Dentro	0 a 10	1000-1400	-0.2000 a 0.4000	Argis-solo
		Planalto da Serra do Sincorá	Dissecação	Lagoa de Dentro	10 a 30	400-1000	0.2000 a 0.0000	Alisso-lo e Argis-solo
		Planalto da Serra da Cabeça Inchada	Dissecação	Tombado r Indivisa e Ouricuri do Ouro	> 20	600-1200	0.0000 a 0.4000	Litólico e Argis-solo
Encostas Orientais		Planalto da Serra do Escôncio	Dissecação e Aplainamen-to	Ouricuri do Ouro e Acuruá	> 20	< 800	0.0000 a 0.2000	Litólico
Pediplano Karstificado	Patamar Cárstico		Dissolução	Gabriel e Nova América, Bebedou-ro	< 5	600-800	0.0000 a 0.4000	Latos-solo

Fonte: Oliveira, A. I. L, 2005.